

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-310602

(43)Date of publication of application : 26.12.1990

(51)Int.Cl.

G05B 13/04
B29C 45/76

(21)Application number : 01-131316

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 26.05.1989

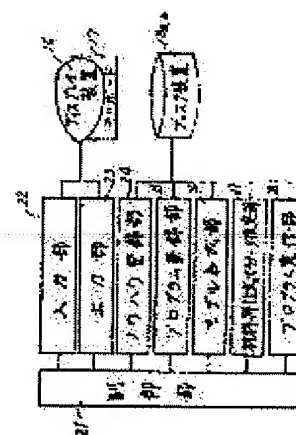
(72)Inventor : SUGINO KAZUHIRO
AKASAKA SHINGO
SAEKI JUNICHI
NISHI KUNIIHIKO

(54) MODEL SYNTHESIS TYPE FLOW ANALYSIS SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To speedily change specification by synthesizing a flow analysis model which can analyze a whole channel from the characteristic of the channel form of a die, sequentially executing a prescribed program analysis so as to execute analysis and evaluation to the channel form, a flow control condition, a material and the like.

CONSTITUTION: An input means 22 inputs the channel form of the die, the material physical property value of a forming material and the flow control condition in a system. A model synthesis means 26 extracts the characteristic of the form from the inputted channel form, judges compatibility with the analysis model from the characteristic and synthesizes the flow analysis model which can analyze the whole channel. A program execution means 28 takes out the program corresponding to respective synthesized flow analysis model from an analysis library, sets information required for executing the program from the inputted material physical property value and the flow control condition, sequentially executes the program so as to execute analysis and evaluation to the channel form, the flow control condition and the material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-310602

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)12月26日

G 05 B 13/04
B 29 C 45/76

8527-5H
7639-4F

審査請求 未請求 請求項の数 11 (全18頁)

⑮ 発明の名称 モデル合成型流動解析システム

⑯ 特 願 平1-131316

⑰ 出 願 平1(1989)5月26日

⑱ 発 明 者 杉 野 和 宏 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
⑱ 発 明 者 赤 坂 信 悟 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
⑱ 発 明 者 佐 伯 準 一 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
⑱ 発 明 者 西 邦 彦 東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所武蔵工場内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

モデル合成型流動解析システム

2. 特許請求の範囲

1. 材料の流動状態を計算して、流路形状、流動制御条件、材料等を評価するシステムにおいて、流路形状、材料物性値、流動制御条件を入力する入力手段と、該入力手段によって入力された流路形状から形状の特徴を抽出し、抽出した形状特徴から予め登録されている解析モデルとの適合性を判断し、流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、合成された流動解析モデルの個々の解析モデルに対応したプログラムを予め登録された解析ライブラリから取り出し、取り出したプログラムに前記入力手段で入力した材料物性値、流動制御条件を渡し、該プログラムを順次実行するプログラム実行手段と、から構成され、流路形状、流動制御条件、材料等に合わせた解析、評価を行えることを特徴とするモデル合成型流動解析シ

テム。

2. 請求項1記載のシステムにおいて、一部の入力データの変更に対して、流動解析モデルを再構成するモデル再構成手段を付加することによって、流路形状、流動制御条件、材料等の変更に対して、柔軟に対応し、流動解析モデルを再構成して解析、評価を行えることを特徴とするモデル合成型流動解析システム。

3. 請求項1記載のシステムにおいて、実験データを登録する実験データ登録手段と、材料特性を表わす特性式を定義する特性式定義手段と、前記実験データ登録手段で登録された実験データと前記特性式定義手段で定義された特性式の値との相違度を数値評価するための評価式を定義する相違度評価式定義手段と、前記評価式を用いて実験データと特性式の値との相違を計算する相違度評価手段と、特性式を構成し、かつ実験データから決定される材料固有のパラメータの補正量を前記相違度評価手段で計算される相違度から計算するパラメータ補正量計算手段

特開平2-310602(2)

- と、から構成される材料特性式パラメータ推定手段を付加することで、履歴によって特性を変化させる材料に対する流動解析を行えることを特徴とするモデル合成型流動解析システム。
4. 請求項1記載のシステムにおいて、該システムで得られる解析結果を登録する解析結果登録手段と、該解析結果登録手段に登録されている過去に解析した結果と今回の解析結果とを同時に、かつ、容易に比較できるように表示する結果表示手段とを付加して、解析結果の妥当性を評価できるようにしたことを特徴とするモデル合成型流動解析システム。
5. 請求項1記載のシステムにおいて、解析モデルを構築するためのノウハウである形状特徴と解析モデルとの関係を登録するノウハウ登録手段と、解析モデルを計算機上で実行可能なプログラム群に登録するプログラム登録手段とを付加し、解析対象及び解析範囲を逐次拡張できるようにしたことを特徴とするモデル合成型流動解析システム。

接続された中央処理装置と、ディスク制御装置と、前記中央処理装置に接続された主記憶装置と、ディスプレイ装置と、キーボードと、前記ディスク装置に接続されたディスクから構成されるワークステーションであって、前記主記憶装置上に請求項1記載のモデル合成手段とプログラム実行手段とを記憶し、前記ディスク上に形状特徴と解析モデルとの適合関係と解析ライブラリとを格納して、前記中央処理装置が前記主記憶装置に記憶された前記モデル合成手段とプログラム実行手段を稼働するようにしたモデル合成型流動解析システム。

8. 請求項7記載のワークステーションに、バスに接続され、前記バスから送られてくるデータを他装置に送信し、他装置からのデータを受信する通信制御装置を付加し、前記ワークステーションとモデムを介してデータ通信を行うバスと、該バスを制御するバス制御装置と、前記バスに接続した中央処理装置と、ディスク制御装置と、通信制御装置と、前記中央処理装置に接

6. 請求項1記載のシステムにおいて、対話処理によって形状を分割し特徴量を対話的に定義し部分形状に解析モデルを引き当てるモデル対話合成手段と、対話処理中の入力情報(ログ)を保持するログ保持手段と、前記ログ情報から請求項5記載のノウハウ登録手段に登録するノウハウで、モデル合成に有効なノウハウを生成するノウハウ生成手段と、前記ノウハウ登録手段に既登録のノウハウと前記ノウハウ生成手段から生成されたノウハウとをマージし、かつ、ノウハウ間の矛盾が起こらないようにするノウハウ編集手段と、を付加することで、請求項1記載のモデル合成手段において既登録の形状特徴と解析モデルとの関係(ノウハウ)では流動解析モデルを合成できない対象に対しても一度対話処理することにより、流動解析モデルを合成できるようにしたことを特徴とするモデル合成型流動解析システム。

7. 接続された装置間の信号伝送路となるバス、該バスを制御するバス制御装置と、前記バスに

接続した主記憶装置と、前記ディスク装置に接続したディスクから成るホスト計算機と接続したワークステーション・ホスト計算機装置であって、前記ホスト計算機側の記憶装置上にも、請求項1記載のモデル合成手段とプログラム実行手段とを記憶し、前記ディスクに解析ライブラリに格納して、請求項1記載の入力手段とモデル合成手段を前記ワークステーション側で実行し、合成された流動解析モデルを前記通信制御装置で送信し、前記プログラム実行手段を前記ホスト計算機側で高速実行し、計算結果を前記通信制御装置で、前記ワークステーションへ転送し、結果を前記ワークステーション側のディスプレイで確認できるようにしたモデル合成型流動解析システム。

9. 請求項5記載のシステムにおいて、流動解析の結果から得られる出力データを用いて、さらに高度な解析をできるように解析モデルと出力結果の関係を前記ノウハウ登録手段に登録し、前記解析モデルをプログラム化したものを前記

特開平2-310602(3)

プログラム登録手段に登録することにより、流動解析だけでなく、流動解析に関係する解析を複合して行えるようにしたことを特徴とする流動解析システム。

10. 請求項1記載のシステムをモールド金型設計に用いることで、金型流路形状、成形条件、樹脂等の仕様変更に対して、迅速に評価できるようにしたことを特徴とする流動解析システム。
11. 請求項3記載のシステムを金型内の流動状態における熱硬化特性をもつ樹脂の粘度を評価し、樹脂の成分を決める材料設計に用いるようにした流動解析システム。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、樹脂の流動状態から金型流路、樹脂特性、成形条件の評価、設計に係わるモデル合成型流動解析システムに関する。

〔従来の技術〕

これまで、プラスチックの流動解析を行うシステムとして、型技術、第2巻第11号の第2章の

第16頁から第19頁（日刊工業新聞社発行（昭和62年10月20日））に論じられているが、固定の解析モデルに対して、各種の解析を繰返すだけで、流路形状、材料物性値、流動制御条件に応じた解析モデルに変更することができず、そのために、材料特性が流動中に変化する熱硬化性材料の取扱もできないものである。

また従来システムは、家電品等の筐体用モールド金型を設計する際に、材料である熱可塑性樹脂の流動性を評価するものである。設計時、重要視されることは、製品としての外形形状であり、産匠に関するものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、以下の点について配慮されておらず、半導体用のモールド金型の設計に適用することができなかった。

(1) 半導体プラスチックパッケージは、家電製品等の筐体用に用いられる熱可塑性樹脂ではなく、熱硬化性樹脂で作られる。熱硬化性樹脂は、成形中に金型から熱を吸収し、硬化反応を起こし、粘

度が複雑に変化する材料である。そのために、成形中の樹脂の粘度変化を高精度に予測する必要がある。しかし、熱硬化性樹脂の流動中の粘度変化を予測することができない。

(2) 半導体用のモールド金型のキャビティ部には、半導体を構成するリードフレーム、チップ、金線等の内部構造物があり、それらが成形中に、樹脂流動によって、変形する可能性が大きい。これらの内部構造物の変形は、直接、半導体製品の品質に影響を与えてしまう。したがって、樹脂の充填状況だけでなく、内部構造部に対する影響も評価する必要がある。しかし、偏平化して狭くなった金型流路に内部構造物が置かれると、樹脂の流れによって、内部構造が変化するだけでなく、樹脂の流動状態も大きく変化するが、その変化を解析（シミュレーション）するためのプログラムを開発することは困難である。それは、内部構造による樹脂の流動状態をモデル化し、プログラムに反映するためには、数多くの実験データと合わせながら、改良を加えていかなければならず、多

大な期間と工数を要する。こうした試行錯誤的なプログラム開発を製品毎に繰返すことは、事実上不可能である。

(3) 上記(2)でも述べたように、金型内の内部構造物の変形等を解析するためには、樹脂の流動状態だけでなく、流動状態から得られる粘度、流速、圧力等の情報から、応力解析等を行う必要がある。しかし、解析プログラムは、そのプログラムが行う解析に必要なデータを特定の形状で入力するように作られ、また、出力データもその結果を表現するのに適した形式で出力される。そのために、複数の解析プログラムを用いて、解析を行う場合には、入出力データを変換してやる必要があるが、プログラムの機能、入出力の知識がかなり必要となり、困難である。

本発明の目的は、上記問題を解決し、半導体用のモールド金型の設計に適用できる流動解析システムを実現するために、以下に述べる流動解析システムを提供することにある。

(1) 流路形状、流動制御条件、材料等に合わせ

特開平2-310602(4)

た解析、評価を行うことができる流動解析システムを提供する。

(2) 製品開発では、設計案の変更に対応した流路形状、流動制御条件、材料等の変更に対応できる流動解析システムを提供する。

(3) 履歴によって特性が変化する材料に対する流動解析を可能とする流動解析システムを提供する。

(4) 流動解析結果の妥当性を容易に評価できる流動解析システムを提供する。

(5) 解析対象及び解析範囲を逐次拡張できる流動解析システムを提供する。

(6) 解析に必要な流路形状、流動制御条件、材料等だけの情報で解析できない場合、さらに必要な情報を要求して、流動解析を実行できるようにできる流動解析システムを提供する。

本発明の他の目的は、上記目的で述べた流動解析システムを稼働できる装置、及び、上記流動解析システムを、ホスト側で高速、高精度な数値計算、ワークステーション側で、対話処理を行える

装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、上記流動解析システムを利用して、流動解析に関連のある解析を複合して解析する方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、上記流動解析システムを利用して、金型流路形状、成形条件、樹脂材料の変更に対応できる金型評価法及び、成形条件評価法を提供することにある。

本発明の他の目的は、上記流動解析システムを利用して、流動状態における粘度評価から、材料成分を評価する材料設計法を提供することにある。
(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、材料の流動状態を計算して、流路形状、流動制御条件、材料等を評価する流動解析システムにおいて、解析の対象となる金型の流路形状、材料の物性、流動制御条件を入力する入力手段と、流路形状の特徴を抽出し、抽出特徴から既登録解析モデルとの適合性を判断し、流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、及び、合成モデルに対応

したプログラムを解析ライブラリから取り出し順次実行するプログラム実行手段と、を付加したものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、流路形状、流動制御条件、材料等の入力データの一部分の変更に対して、既に合成された流動解析モデルを部分的に再合成するモデル再構成手段を付加したものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、実験データ登録手段と、材料特性式の特性式定義手段と、実験データと材料特性式の値との相違度を数値評価するための評価式を定義する相違度評価式定義手段と、同評価式を用いて実験データと材料特性式の値との相違を計算する相違度評価手段と、及び、材料特性式を構成し、かつ、実験データから決定される材料固有のパラメータの補正量を同相違度評価手段で計算される相違度から計算するパラメータ補正量計算手段と、から構成される材料特性式パラメータ推定手段を付加したものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、解析結果を登録する解析結果登録手段と、同解析結果登録手段に登録されている過去の解析結果を今回の解析結果とを同時に、かつ、容易に比較できるように表示する結果表示手段と、を付加したものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、流動解析モデルを構築するためのノウハウである形状特徴と解析モデルとの関係を登録するノウハウ登録手段と、解析モデルを計算機上で実行可能なプログラム群、すなわち、解析ライブラリを登録するプログラム登録手段と、を付加したものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、対話処理によって形状を分割し、特徴量を対話的に定義し、部分形状に解析モデルを引き当てるモデル対話合成手段と、対話処理中の入力情報を保持するログ保持手段と、ログ情報からノウハウ登録手段に登録し、モデル合成に有効なノウハウを生成するノウハウ生成手段と、及び、ノ

特開平2-310602(5)

ノウハウ登録手段に既登録ノウハウとノウハウ生成手段から生成されたノウハウとをマージし、かつ、ノウハウ間の矛盾が起らないようにするノウハウ編集手段と、を付加したものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムを稼働できるように、接続された装置間の信号伝送路となるバスと、同バスを制御するバス制御装置と、同バスに接続された中央処理装置と、ディスク制御装置と同中央処理装置に接続された主記憶装置と、ディスプレイ装置と、キーボードと、同ディスク装置に接続されたディスクから構成されるワークステーションとしたものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムを稼働できるように、上記ワークステーションにおいて、バスに接続され、バスから送られてくるデータを他装置に送信し、他装置からのデータを受信する通信制御装置を付加し、同ワークステーションとモデムを介してデータ通信を行う、バス、バスを制御するバス制御装置と、同バスに接続した中央処理装置、ディスク制御装置、通信制御装

置と、中央処理装置に接続した主記憶装置と、同ディスク装置に接続したディスクから成るホスト計算機と接続したワークステーション・ホスト計算装置としたものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、さらに高度な解析をできるような解析モデルと出力結果の関係をノウハウ登録手段に登録し、同解析モデルをプログラム化したものをプログラム登録手段に登録することにより、流動解析だけでなく、流動解析に関係する解析を複合することをできるようにしたものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、モールド金型設計に適用することで、金型流路形状、成形条件、樹脂等の仕様変更に対して、迅速に評価できるようにしたものである。

また、上記手段を付加した流動解析システムにおいて、金型内の流動状態における熱硬化特性をもつ樹脂の粘度を評価し、樹脂の成分を決めることができるようにしたものである。

(作用)

上記の各手段の働きを以下に示す。

まず、入力手段は、流動解析によって評価する金型の流路形状と、金型内を溶解して流れ成形される材料の材料物性値と、成形機によって制御される材料の流動制御条件をシステム内に入力する。モデル合成手段は、入力手段によって入力された流路形状から形状の特徴を抽出し、抽出した形状特徴から予め登録されている解析モデルとの適合性を判断し、流路全体を解析できる流動解析モデルを合成する。プログラム実行手段は、モデル合成手段で合成された流動解析モデルの個々のモデルに対応したプログラムを予め登録された解析ライブラリから取り出し、入力手段によって入力された材料物性値と流動制御条件からプログラムを実行するのに必要な情報を設定し、同プログラムを順次実行し、解析結果を出力する。同入力手段、モデル合成手段、及び、プログラム実行手段によって、半導体用のモールド金型のように、金型キャビティ内の内部構造、材料、制御条件をモデルに反映することが容易になるので、流路形状、流

動制御条件、材料に合わせた解析、評価することができる。

また、モデル再構成手段は、入力手段で入力された流路形状等の部分的変更に対して、モデル合成手段で一度合成された流動解析モデルを部分的変更により、入力の変更に応じた流動解析モデルを再構成する。上記(1)で述べた入力手段、モデル合成手段、及び、プログラム実行手段と、モデル再構成手段によって、設計案の変更に基づく、流路形状、流動制御条件、材料の変更に対しても、流動解析モデルを再合成することができるので、設計者の試行錯誤に合わせて、流動解析を行うことができる。

また、材料特性式パラメータ推定手段は、実験データ登録手段、特性式定義手段、相違度評価式定義手段、相違度評価手段、及び、パラメータ補正量計算手段から構成される。実験データ登録手段は、成形に用いる材料の実験データをシステム内に入力し、登録する役目をもつ。特性式定義手段は、材料固有の特性を表わす材料特性式をシス

特開平2-310602(6)

テム内に定義、入力する役目をもつ。相違度評価式定義手段は、同実験データ登録手段で登録された実験データと同特性式定義手段で定義された材料特性式の値との相違度を数値評価するための評価式を定義し、システム内に入力する役目をもつ。相違度評価手段は、同相違度評価式定義手段によって定義された評価式を用いて、同実験データ登録手段で登録された実験データと同特性式定義手段で定義材料特性式の値との相違を計算する役目をもつ。パラメータ補正量計算手段は、材料特性式のパラメータで、かつ、実験データから決定される材料固有のパラメータへの補正量を同相違度評価手段で計算される相違度から計算し、パラメータを補正量する役目をもつ。以上のように、実験データ登録手段、特性式定義手段、相違度評価式定義手段、相違度評価手段、及び、パラメータ補正量計算手段から成る材料特性式パラメータ推定手段によって生成される材料特性式を用いることで、流動中に粘度特性が変化する熱硬化性樹脂の粘度を精度良く予測することができるので、半

形状に解析モデルを引き当てる。ログ保持手段は、対話処理中の入力情報を保持する。ノウハウ生成手段は、ログ情報から同ノウハウ登録手段に登録するノウハウで、モデル合成に有効なノウハウを生成する。ノウハウ編集手段は、同ノウハウ登録手段に既登録のノウハウと同ノウハウ生成手段から生成されたノウハウとをマージし、かつ、ノウハウ間の矛盾が起こらないようにする。これら手段によって、モデル合成手段において、既登録の形状特徴と解析モデルとの関係（ノウハウ）では流動解析モデルを合成できない対象に対しても、一度対話処理することにより、流動解析モデルを合成することができる。

また、バス、バス制御装置、中央処理装置、ディスク制御装置、主記憶装置、ディスプレイ装置、キーボード、及び、ディスクから構成されるワークステーションは、主記憶装置上に流動解析システムを記憶し、ディスク上にノウハウ（形状特徴と解析モデルとの適合関係）と解析ライブラリとを格納して、中央処理装置が主記憶装置上の同流

動解析用のモールド金型に関する流動解析ができる。

また、解析結果登録手段は、流動解析で得られた結果を登録する。結果表示手段は、同解析結果登録手段で登録された解析結果と条件等を変えて今回解析した結果とを同時に、かつ、容易に比較できるように表示する。解析結果登録手段と結果表示手段によって、各種の解析結果を多くの観点から比較評価できるので、解析結果の妥当性を容易に判断できる。

また、ノウハウ登録手段は、流動解析モデルを構築するためのノウハウである形状特徴と解析モデルとの関係を登録する。プログラム登録手段は、解析モデルを計算機上で実行可能なプログラム群（解析ライブラリ）を登録する。これら手段によって、解析対象及び解析範囲を逐次拡張できるので、ノウハウや解析プログラムを追加登録できるので、解析対象の変化や解析内容の高度化に柔軟に対処できる。

また、モデル対話合成手段は、対話処理によって形状を分解し、特微量を対話的に定義し、部分

動解析システムを稼働させることによって、金型設計に必要な諸元を評価することができる。

また、ワークステーション・ホスト計算機装置は、ワークステーション側で、対話処理を実行し、ホスト計算機側で、数値計算を実行する。それによって、流路形状、材料物性値、流動制御条件の入力が容易になり、かつ、計算が高速にでき、結果も非常に見やすいように表示できる。

さらに高度な解析用の解析モデルと出力結果の関係をノウハウ登録手段に登録でき、同解析モデルをプログラム化したものをプログラム登録手段に登録することができるので、流動解析だけでなく、流動解析に関連する複合解析を行うことができる。

本システムは、金型流路形状、成形条件、樹脂等の仕様案に対して、迅速に評価できるので、モールド金型設計において、金型の評価及び成形条件の評価を容易に行うことができる。

本システムは、金型内の流動状態における樹脂の粘度を材料特性式として評価できるので、樹脂

特開平2-310602(7)

の成形性から成分を決める材料設計に応用できる。
〔実施例〕

以下、本発明を第1図から、第10図により説明する。

まず、本発明に係る流動解析システムについて説明すれば、第3図はそのハードウェア上での構成を、また、第4図(a)~(d)はソフトウェア上での構成をそれぞれ例示したものである。第3図に図示の如くハードウェアとしての構成は、ワークステーション1とホスト計算機2とから成り、ワークステーション1とホスト計算機2は、モデム20a、20bにより接続されている。ワークステーション1は、バス制御装置12aによる制御下に置かれているマルチバス11aには中央処理装置13aと、ディスク制御装置14aを介してディスク装置18aと、通信制御装置19aを介してモデム20aとが接続されており、中央処理装置13aにはまた主記憶装置15a、ディスプレイ装置16およびキーボード17が収容された構成となっている。ホスト計算機2は、バス制

御装置12bによる制御下に置かれているマルチバス11bには中央処理装置13bと、ディスク制御装置14bを介してディスク装置18bと、通信制御装置19bを介してモデム20bとが接続されており、中央処理装置13bにはまた主記憶装置15bが収容された構成となっている。これによりワークステーション1の側のキーボード17からのデータは中央処理装置13aを介し主記憶装置15aに格納されると同時に、ディスプレイ装置16に表示され、また、主記憶装置15a上のデータは中央処理装置13a、マルチバス11a、ディスク制御装置14aを介しディスク装置18aに格納され、また、通信制御装置19a、モデム20aを介して、ホスト計算機2へデータを転送し、ホスト計算機2側からのデータを受信するなど、データは任意に転送されるようになっている。またホスト計算機2側のモデム20bを介しての通信制御装置19bからのデータは中央処理装置13bを介し主記憶装置15bに格納され、また、主記憶装置15b上のデータは中

央処理装置13b、マルチバス11b、ディスク制御装置14bを介しディスク装置18bに格納される。

また、ソフトウェア構成上からは、第4図(a)に示す如く、制御部21、入力部22、出力部23、ノウハウ登録部24、プログラム登録部25、モデル合成部26、材料特性式パラメータ推定部27、プログラム実行部28より構成されている。また、ノウハウ登録部24は、第4図(b)に示す如く、モデル登録部240、形状登録部241、形状特徴登録部242、形状分割ルール登録部243、分割部分位置関係登録部244、部分形状登録部245、形状特徴判定ルール登録部246より構成されている。

また、モデム合成部26は、第4図(c)に示す如く、形状特徴算出部260、解析プログラム割付け部261、モデム作成部262、入出力項目調整部263、形状分割部264、部分形状特徴判定部265、解析モデム統合部266、モデル対話合成部267、ログ保持部268、ノウハ

ウ生成部269、ノウハウ編集部270により構成されている。さらに、材料特性式パラメータ推定部27は、第4図(d)に示す如く、実験データ登録部271、特性式定義部272、相違度評価式定義部273、相違度評価部274、パラメータ補正量計算部275により構成されたものとなっている。

第7図(a)~(f)に、第4図(a)~(d)に示す要部登録部各々の内容を示すと以下のようである。

即ち、プログラム登録部25(第7図(f)参照)には解析プログラム P_1 、 P_2 、 P_3 、モデル化プログラム M_1 、 M_2 およびデータの変換プログラム H_1 、 H_2 が、また、ノウハウ登録部26の形状特徴登録部241(第7図(a)参照)には形状特徴 $T_1 \sim T_n$ とその計算式(解析対象の形状諸元を入力データとする演算式)が、更に形状分割ルール登録部243(第7図(b)参照)には形状特徴に対する分割ルールが、更にまた形状特徴判定ルール登録部246(第7図(c)参照)には解析プログラム決定要因としての形状特徴推

特開平2-310602(8)

定ルールが予め熟練モデル解析者によって登録されるようになっている。

さて、ここでオペレータによるキーボード17から、解析対象物Aの形状と、解析項目 α が指示された場合を想定すれば、解析対象物Aの形状はノウハウ登録部24の形状登録部241に形状寸法値として先ず登録されるようになっている。この後、モデル合成部26の形状特徴算出部260では、ノウハウ登録部24の形状特徴登録部242で示されている形状特徴 $T_1 \sim T_n$ 対応の計算式に従って、各特徴値が計算され、形状特徴登録部242にはそれら特徴値が登録されるようになっている。次に、 $IF \sim THEN$ 形式で形状分割ルール登録部243に登録されている。いかに、対象物形状を解析可能な単位に分割するかを示した分割ルールに従い部分形状登録部241には形状 a', b', c' から定義される部分 A_1 と、 a'', b'', c'' から定義される部分 A_2 の2つの部分名が登録されるようになっている。また、その際、部分 A_1, A_2 各々に接している面があるか

否かが判定され、接している面がある場合には、部分 A_1, A_2 各々との位置関係、即ち、接している面情報が分割部分位置関係登録部244に登録されるようになっている。この後は部分 A_1, A_2 各々について形状特徴判定ルール登録部246に登録されているルールにもとづき、モデル合成部26の部分形状特徴判定部265では解析プログラム特定の基準となる形状特徴が算出されたうえ、部分形状登録部245における形状特徴欄に、例えば部分 A_1 には特徴 S_1, S_2 、部分 A_2 については特徴 S_3 、といった具合に登録されるようになっている。その後はキーボード17から入力された解析項目 α と、部分 A_1, A_2 各々についての特徴 S_1, S_2, S_3 とを検索の参照値として、プログラム登録部25から部分 A_1, A_2 各々に適合する解析プログラム名が検索されるようになっている。その結果、部分 A_1 にはプログラム P_1 が、また、部分 A_2 にはプログラム P_2 がそれぞれ割付けられ、部分形状登録部245における適合プログラム欄に登録されるものとなっている。その

際、解析プログラム P_1, P_2 にはそれぞれ固有のモデル化手法 M_1, M_2 があり、これらもプログラム登録部25に併せて登録されているので、これらのモデル化手法プログラム名も部分形状登録部245に従って登録されるようになっている。これを受けモデル合成部26のモデル作成部262では部分 A_1 についてプログラム M_1 を実行し部分モデルが、更に、同様にして、部分 A_2 についても部分モデルが作成されるようになっているものである。

以上、各分割部分についての解析プログラムとそのモデルが決定されたので、後は各モデル間のデータ入出力項目が統一されれば、全体のモデル化は終了されることになる。入出力項目を統一するには、先ず分割部分位置関係登録部244を参照し、部分 A_1, A_2 が隣接状態にあるか否かが調べられるようになっている。もし、部分 A_1, A_2 の隣接が確認された場合には、入出力項目調整部263によってプログラム P_1, P_2 の入力、出力項目からプログラム P_1 の出力項目OUT1をプ

ログラム P_2 の入力項目IN2に変換するプログラムが捜されるが、その結果として変換プログラム H_1 が見い出されるので、部分 A_1, A_2 各々に対する解析の間に、プログラム H_1 を実行する手順が決定されるものである。

以上のような手順で、異なる解析プログラムの組合せによる解析モデルが生成され得るものである。

以上本発明のモデル合成について概略したが、次に、解析プログラムの数式モデルについて説明する。

第4図(a)に示す要部プログラム登録部25(第7図(f)参照)に登録される解析プログラムについて第5図、第6図を用いて説明すると以下のようなになる。

まず、解析プログラムの中で反映されているモデルの基本事項を説明する。本発明が適用される流動解析システムは、半導体プラスチックパッケージ用金型であり、パッケージ材料である熱硬化性樹脂を取り扱う必要がある。

熱硬化性樹脂用の等温粘度式を、以下のような式で表現する。

$$\eta(t, T) = \eta_0(T) \left\{ \frac{t_0(T) + t}{t_0(T) - t} \right\}^{c(T)} \quad \dots (1)$$

$$\eta_0(T) = a \exp(b/T) \quad \dots (2)$$

$$t_0(T) = d \exp(e/T) \quad \dots (3)$$

$$c(T) = f/T - g \quad \dots (4)$$

$$t = 0 \text{ のとき } \eta = \eta_0(T) \quad \dots (5)$$

$$t = t_0(T) \text{ のとき } \eta = \infty \quad \dots (6)$$

ここで、 η ：粘度、 η_0 ：初期粘度、 t_0 ：ゲル化時間、 c ：粘度上昇係数、 T ：絶対温度、 t ：時間

a, b, d, e, f, g は成形条件に影響を受けない樹脂固有のパラメータである。任意温度 T における(1)式の特性を第5図に示す。

金型内では樹脂は管壁から熱を受けながら流動するため非等温状態であり、次のように等温粘度式から粘度を予測する。(1)式から、

$$\mu = \frac{1 + \tau}{1 - \tau} \quad \dots (7)$$

となり、(8)式から、得られる式

$$\eta = \eta_0(T) \mu^{O(T)} \quad \dots (13)$$

に、 $T = T_2$ 、 $\mu = \mu_2$ を代入することで、以下のように、新しい状態の粘度 η_2 が求められる。

$$\eta_2 = \eta_0(T_2) \mu_2^{c(T_2)} \quad \dots (14)$$

以上のような手順を $\tau = 0$ から $\tau = 1$ まで繰返すことにより、非等温状態で初期状態からゲル化状態になるまでの粘度変化を算出することができる。

さらに、樹脂が金型流路内を流れる状態を解析するためには、上記粘度計算法と、連続の式、運動量保存式、エネルギー保存式の基礎式を連立させて解く必要がある。円管流路の場合のモデル式を示すと、下式のようになる。

$$\text{連続の式: } Q = 2\pi \int_0^R v_z r dr \quad \dots (15)$$

運動量保存式:

$$\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \eta \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \quad \dots (16)$$

エネルギー保存式:

$$P C \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$

特開平2-310602 (9)

$$\text{ここで、 } \mu = \{\eta / \eta_0(T)\}^{1/O(T)} \quad \dots (8)$$

$$\tau = t / t_0(T) \quad \dots (9)$$

が得られ、(7)式は第6図に示すように、 $\tau = 0$ で、 $\mu = 1$ 、 $\tau = 1$ で $\mu = \infty$ となる特性を持つ曲線である。第6図に示すように、状態 (τ_1, μ_1) 、即ち $\tau = \tau_1$ 、 $\mu = \mu_1$ から、時間 Δt 、温度 ΔT だけ増加したとき、状態 (τ_2, μ_2) に移る。(9)式より、 τ は t 、 T の関数であり、状態変化における τ の増分 $\Delta \tau$ は、以下の式で求めることができる。

$$\Delta \tau = \frac{\partial \tau}{\partial t} \Delta t + \frac{\partial \tau}{\partial T} \Delta T \quad \dots (10)$$

$$= \frac{\Delta t}{d \exp(e/T)} + \frac{\tau}{T^2} \Delta T \quad ((3), (9) \text{ 式より})$$

また、(7)式より、

$$\Delta \mu = \frac{\partial \mu}{\partial \tau} \Delta \tau = \frac{2}{(1 - \tau)^2} \Delta \tau \quad \dots (11)$$

となり、 $\tau_1 \rightarrow \tau_2$ に変化したときの μ の値は、

$$\mu_2 = \mu_1 + \Delta \mu = \mu_1 + \frac{2}{(1 - \tau_1)^2} \Delta \tau \quad \dots (12)$$

$$+ \eta \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} \right)^2 \quad \dots (17)$$

ここで、 Q ：流量、 R ：円管半径、 v_z ：管軸方向流速、 r ：管径方向距離、 z ：管軸方向距離、 P ：圧力、 η ：粘度、 ρ ：密度、 T ：温度、 t ：時間、 λ ：熱伝導率

以上述べたモデル式にもとづいて、プログラム登録部25に登録される流動解析用の基本解析プログラムが開発される。説明には円管流路についてだけのべたが、平板流路、拡散流路等の場合にも同様に用意してある。

さて、本発明を半導体プラスチックパッケージ用のモールド成形金型のプラスチック流動解析、及び、その解析結果に基づく、金型流路諸元と成形条件の設計、プラスチック材料(樹脂)の選定に応用した場合を例にとって説明すれば、その処理手順は第1図に示すようである。

即ち、先ずその背景について説明すれば、半導体プラスチックパッケージは、モールド金型キャビティ内に、リードフレームが取付けられた半導

特開平2-310602 (10)

体チップを置き、金型キャビティのゲート（流入口）から、プラスチック封止材であるレジンを注入、硬化させることで作られるようになっている。その際、粘性をもつレジン材料が金型キャビティ内をどのように流動するかという流動解析を行なうことによって、設計対象の金型諸元の評価が可能となる。ところが、レジン材料は流動中に金型壁面から熱を吸収し、その粘性が大幅に変化するという熱硬化性をもっており、その特性は明確な理論式で表わし得ないものとなっている。実際的には、粘性が測定可能であるような単純形状の金型流路形状についての流動解析モデルのプログラムは開発されているが、実際の金型キャビティの構造は複雑であり、その複雑さが考慮された流動解析モデルは一種類だけの計算方法によっては作成不可能となっている。そこで、複数の解析プログラム（モデル）を組合せることで、流路形状の複雑さが考慮された解析モデルを作成する必要がある訳である。さて、解析者が金型キャビティ内の流動解析を行なうべくモデルを生成する場合

合には、解析に先立ち、ディスク装置18内に格納されるプログラム登録部25には、レジン流動解析プログラム P_1, P_2, P_3 、これらレジン流動解析プログラム P_1, P_2, P_3 固有のモデル作成手法プログラム M_1, M_2, M_3 および入出力データ変換プログラム $H(12), H(23), H(31), H(21), H(32), H(13)$ （ $H(i, j)$ ：レジン流動解析プログラム P_i の出力データをレジン流動解析プログラム P_j の入力データに変換するプログラム）が予め登録されるようになっている。ここで、レジン流動解析プログラム $P_1 \sim P_3$ およびモデル作成手法プログラム $M_1 \sim M_3$ の内容を第8図を用い説明すれば、レジン流動解析プログラム P_1 は、円管流と称される熱を周囲360度から均等に受ける流線平行の流動を解析するためのものであり、円周方向に熱源がある流動部分に適用可能となっている。また、このプログラム P_1 は差分法を用いているので、モデル化手法プログラム M_1 により作成されるモデルは対象とする形状（樹脂が流れる部分の形状）を流動断面積が等

しい円管に変換して作られる。レジン流動解析プログラム P_2 は、また平板流と称される上下方向のみから熱を受け、横方向からの伝熱が無視し得る条件（高さが小さい平板状流動）下での流動を解析するためのものであり、有限要素法を用い作成されていることから、流線方向（流れの方向）は差分法と異なり自動的に解析されるので、特に指定する必要がなく、これに対するモデル化手法プログラム M_2 は流動部分形状のモデルを、三角形のメッシュに分割して作られるようになっている。レジン流動解析プログラム P_3 は一点の吹出し口から流動が放射状に進む条件下で使用し得るものとなっており、そのモデル化手法プログラム M_3 は差分法によるようになっている。

また、ノウハウ登録部24の形状特徴登録部242および形状分割ルール登録部243には第9図に示す金型キャビティ41の形状の特徴を算出する項目（とその計算式）や特徴に対応したキャビティ形状の分割方法が登録されるようになっている。ここで、キャビティ形状特徴を算出する

項目と、形状分割方法の内容について説明すれば、レジンの硬化反応を支配する要因の主なものとしては、金型壁面および内部構造物（チップ等）からの伝熱作用が挙げられる。そこで、金型キャビティ41内部の伝熱状態が異なる点、即ち、レジン流動が内部構造物42により分離して流れる点で形状を分割し、伝熱状態が一定な部分を得る必要がある。その形状分割の基準となるのは、内部構造物であるチップ42の形状・位置である。ここで、キャビティ41の幅 φ とチップ42の幅 λ の比を考えると、チップ42の幅 λ がキャビティ41の幅 φ とほぼ同じ場合には、流動はチップ42の上下の2つに分流すると見なせる。反対に、チップ42の幅 λ がキャビティ41の幅 φ よりある比率 α 以上に小さい場合、流動はチップ42上下左右の4つに分流すると考えられる。そこで、形状特徴登録部242には、チップ42の幅 λ とキャビティ41の幅 φ の比 α （ $=\lambda/\varphi$ ）が、また、形状分割ルール登録部243にはその比 α の値によって分割をチップ42上下の2つに分ける

特開平2-310602 (11)

か、チップ42上下左右の4つに分けるかの判定記述が、I F ~ T H E N ~形式で登録されていれば、形状特徴に応じた、キャビティ41形状の分割が可能となる。この他に、分割の基準となる形状特徴としては、チップ42の長さ h とキャビティ41の長さ l の比(h/l)などが挙げられるものとなっている。

形状特徴登録部242にはキャビティ形状の分割の基準となる特徴項目の他に、分割された部分に解析プログラムを割付ける基準となる特徴値も併せて登録されているが、解析プログラム P_1 、 P_2 、 P_3 を決定する項目としては流線の方向(プログラム P_1 、 P_2 の決定要因)や形状(プログラム P_3 の決定要因となる流動の高さ、プログラム P_3 を決定する熱源の均等性、即ち、形状の縦横比)が挙げられる。このうち、流線の方向を判定する基準となる特徴としては、キャビティ41の幅 ϕ とゲート43の幅(直径) ϵ の比(ϕ/ϵ)が考えられる。キャビティ41の幅 ϕ とゲート43の幅 ϵ の比 ϕ/ϵ が大きい場合には、流動は

狭い所から広い所への流動であると見なせ、流線は放射状であると判定し得るものである。反対に ϕ/ϵ が小さい場合は、流線は平行であると判定し得るものである。このように、解析プログラム決定の基準となる特徴項目やその式が形状特徴登録部241に登録されているものであり、また、形状特徴判定ルール登録部246には解析プログラム決定の基準となる特徴算出結果に対する特徴判定基準(α 、 β 等)が、I F ~ T H E N ~形式で登録されているものである。さて、第1図に示す処理手順について説明すれば、解析者がキーボード17より解析項目として“流動解析”を解析対象である金型キャビティ名Xとともに入力すれば、入力された解析要求は入力部22により、システム内部に取り込まれたうえ(100)、金型キャビティ名Xは、制御部21に伝えられることで、制御部21によって形状登録部241を介し、ディスク装置18内の“X”についての金型キャビティ形状諸元が検索されるようになっている。また、ノウハウ登録部24に登録されている情報

からだけでは、流動解析モデルを合成できない場合には、制御部21によりモデル合成部26のモデル対話合成部267が起動され、出力部23を介して、解析者に必要な情報を入力させ、流動解析モデルを完成させるように機能する。このときの、処理中のログ情報がログ保持部268によって保持され、モデル対話合成部267による処理終了後、ノウハウ生成部269により、ノウハウ登録部24へ登録できるような形式に変換し、ノウハウ編集部270によって、既存ノウハウとの矛盾を解決して、ノウハウ登録部24へ登録する。本例では“X”についての金型キャビティ形状諸元は登録されていないので、制御部21により、モデル対話合成部267が起動され、その形状諸元の入力が出力部23を介し要請され、これにもとづき、解説者が“X”についての金型キャビティ形状諸元を入力すれば、形状諸元は、ログ保持部268に保持され、形状登録部241に登録されたと同じように動く。即ち、形状登録部241を参照したとき、ログ保持部268も参照される

(110)。この後、制御部21からは形状特徴算出部260に入力形状の特徴算出が指示されるようになっている。この指示にもとづき形状特徴算出部260では形状特徴登録部242を介し、ディスク装置18より形状特徴項目とその計算式を、更に、形状登録部241を介し、ディスク装置18より“X”についての形状諸元を読み込んだうえ、各特徴項目対応の特徴値算出を行なうが、算出結果は形状特徴登録部242へ登録されるようになっている(120)。このようにして、特徴が算出された後、制御部21からの金型キャビティ形状分割指示にもとづき形状分割部264では形状特徴登録部242に登録されている各特徴値と、形状分割ルール登録部243に登録されている形状分割ルールを読み込み、金型キャビティの形状をいかに分割するかが判定されるようになっている。その結果として、例えば第10図に示すように金型キャビティは部分A~Dに分割されるものとなっている(130)。更に、この分割結果にもとづき、形状分割部264では形状登録

特開平2-310602 (12)

部241に登録されている金型キャビティ形状諸元から、各分割部分A～Dの形状諸元が算出され、部分形状登録部245には部分名とその形状諸元データが送出されるようになっている(140)。これを受け部分形状登録部245によってはディスク装置18に、部分名を見出しとした部分形状諸元が登録されるものである。形状分割部264では更にまた分割部分A～Dの位置関係が算出され、分割部分位置関係登録部244に登録されるようになっている(150)。第10図に例として示すように、分割部分Aの次には並行して分割部分B、Cが、また、分割部分B、Cの次には分割部分Dがそれぞれ位置するものとして、分割部分A～Dの位置関係が登録されるものである。

形状分割に引き続いては制御部21によって、形状特徴算出部260に、各分割部分A～Dについての解析プログラム割付けの基準となる特徴の算出が指示され、これにもとづき、形状特徴算出部260では部分形状登録部245に登録されている分割部分A～Dの部分形状と、形状特徴登録

部242に登録されている特徴項目およびその計算式を読み込み、計算式に従った特徴値を算出の後、形状特徴登録部242に登録するようになっている(160)。引き続き、制御部21からは部分形状特徴判定部265に分割部分A～Dの解析プログラム割付け上での特徴判定が指示されるようになっている。部分形状特徴判定部265では形状特定判定ルール登録部246から、特徴値より解析プログラムを決定する要因を推定するIF～THEN形式のルールを、更には形状特徴登録部242からは分割部分A～Dの特徴値を読み込み、これらにもとづき分割部分A～Dの解析プログラム割付け上での基準となる要因が推定され、推定された結果は部分形状登録部245に登録されるようになっている(170)。例えば、分割部分Aについては入口であるゲートの幅と流動幅との比より、流線“放射状”、流動高さ“高”として、また、分割部分B、Cについては、流動高さ“低”として、更に分割部分Dについては、流線“平行”で流動高さ“高”として判定されるも

のである。

以上のようにして、全分割部分A～Dについての特徴判定が終了すれば(180)、制御部21より解析プログラム割付け部261には、分割部分A～Dそれぞれに対し、解析プログラムを割付けることが指示されるようになっている。解析プログラム割付け部261では部分形状登録部245に登録されている分割部分A～Dの特徴を読み込み、プログラム登録部25に登録されている、流動解析プログラムのうち、各分割部分A～Dの特徴とプログラム使用条件がマッチしたもの、更にはそれに固有のモデル作成プログラム名が選択され部分形状登録部245に登録されるようになっている(190)。この結果、分割部分Aには解析プログラムP₁とモデル作成プログラムM₁が、分割部分B、Cにはまた解析プログラムP₂とモデル作成プログラムH₂が、更に分割部分Dには解析プログラムP₃とモデル作成プログラムM₃がそれぞれ割付けられるものである。これに引き続き、制御部21よりモデル作成部262で

は部分形状登録部245に登録されている分割部分A～Dのモデル作成プログラムと、その形状諸元とを読み込み、分割部分A～D毎にモデルが作成されるようになっている(200)。作成されたモデルはモデル登録部240を介し、部分名を見出しとしてディスク装置18に登録されるものとなっている。

全分割部分A～Dについてのモデル作成が終了すれば(210)、制御部21から入出力項目調整部263には、各分割部分A～Dを連続して解析するにあたって必要とされる入出力項目調整が指示されるようになっている。入出力項目調整部263では分割部分位置関係登録部244より分割部分A～Dの位置関係を、更に部分形状登録部245からは分割部分A～D対応の解析プログラム名を読み込み、解析データの入出力項目調整が必要となる解析プログラムの連結区間、即ち、分割部分上A→B、A→C、B→DおよびC→Dの入出力データ調整を行なうデータ変換プログラムがプログラム登録部25より探索されるようにな

特開平2-310602 (13)

っている。その結果、 $A \rightarrow B$ にはデータ変換プログラム H_{12} が、同様に $A \rightarrow C$ にはデータ変換プログラム H_{13} が、 $B \rightarrow D$ 、 $C \rightarrow D$ にはデータ変換プログラム H_{23} がそれぞれ該当するので、これら、各変換プログラム名は分割部分位置関係登録部244に登録されるようになっている(220)。この後、制御部21から解析モデル統合部266には、各分割部分A～D対応の解析プログラムおよびモデル、更には解析プログラム間出力データ変換プログラムを統合せしめたうえ、1つの全体としてのモデルを作成すべき指示が行なわれるようになっている。解析モデル統合部266では部分形状登録部245から分割部分A～D対応の解析プログラム名が、モデル登録部240からは分割部分A～D対応のモデル化結果が、分割部分位置関係登録部244からは隣接部分対応のデータ変換プログラム名がそれぞれ読み出されたと、解析実行手順として編纂されるものとなっている。この解析実行手順にもとづきプログラム実行部28では金型キャビティ内での全体としての流動

解析モデルが、解析プログラム P_1 、 P_2 、 P_3 が混合された形で自動的に生成されるところとなるものである。

以上のように、本実施例によれば、半導体プラスチックパッケージ設計に伴う金型キャビティ内での流動解析のように、解析手法が確立されていない解析を行う場合に、既存解析プログラムを複数組合せることで、全体としての流動解析を可能ならしめる解析モデルが自動的に生成されることになる。

また、本発明による流動解析システムを金型内の流動状態における樹脂の粘度を評価する材料評価に適用した場合を例にとりて、以下に説明する。

先ず本システムの構成要素の樹脂特性式パラメータ推定部27の概要を説明する。

本システムが対象としている半導体プラスチックパッケージは、熱によって硬化反応を起こす熱硬化性樹脂で封止され作られる。樹脂の粘度特性を表わす基礎式((1)式参照)は、樹脂固有の6個のパラメータ a 、 b 、 d 、 e 、 f 、 g をもつ。

従来では、人手によりグラフを描きながら、試行錯誤的に決定していた。そのために、充分調足のいくパラメータを決定するのに、1ヶ月以上の期間がかかるのと、決定する人によって粘度式の精度がばらついていて、粘度式パラメータの良し悪しは、決定したパラメータで(1)式を用いて、シミュレーションして得られる見掛平均粘度と、測定装置から得られる見掛平均粘度とが一致しているかどうかによる。そこで、以下のように求める。

測定データの流動圧力損失 ΔP から、下式に示す、

$$\bar{\eta} = 980 \cdot \Delta P / (\beta \cdot Q) \quad \dots\dots(21)$$

ここに、 $\bar{\eta}$ ：見掛平均粘度、 ΔP ：圧力損失、

β ：形状抵抗、 Q ：流量

ハーゲンポアズイユの式を用いて計算される見掛平均粘度 $\bar{\eta}$ と、(1)式を用いて、測定条件と同じ条件で、シミュレーション結果として得られる見掛平均粘度 $\bar{\eta}^*$ とから、誤差を評価する。評価式は下式

$$G(a) = \int_{\Gamma} d(\bar{\eta}^*, \bar{\eta}) d\Gamma \quad \dots\dots(22)$$

ここに、 $a = (a, b, d, e, f, g)$ の粘度式パラメータをベクトル化したもの、

Γ ：領域(時間、管径、型温)、 $d(\bar{\eta}^*, \bar{\eta})$ ： $\bar{\eta}^*$ と $\bar{\eta}$ との距離

$\exp(\bar{\eta}^* - \bar{\eta})^2$ 、 $|\bar{\eta}^* - \bar{\eta}|$ などを用いる。最適な樹脂粘度式パラメータをもとめることは、 $G(a)$ を最小とする $a = a_0$ を求めることである。即ち、

$$G(a_0) = \min_a G(a) \quad \dots\dots(23)$$

となる a_0 を求めることである。さらに、 $F(a)$ を

$$F(a) = \frac{dG(a)}{da} \quad \dots\dots(24)$$

即ち $(f_1(a), \dots, f_6(a))^T$

$$= \left(\frac{dG(a)}{da}, \dots, \frac{dG(a)}{dg} \right)^T$$

のように定義すると、(23)式は、

$$F(a) = 0 \quad \dots\dots(25)$$

となる $a = a_0$ を求めることに相当する。 $F(a)$ を a のまわりで、テーラー展開すると、

$F = (a + \Delta a) \approx F(a) + F'(a) \cdot \Delta a + \dots (26)$
となり、 Δa の2次以上の項を無視すると、

$$\Delta a = - [F'(a)]^{-1} \cdot \Delta F \dots (27)$$

となり、非線形方程式の(25)式の反復式を以下のように定義することができる。 a_0 の適当な初期値を与えることで、(28)式に示す反復式を収束するまで、繰返すことにより、粘度式パラメータを決めることができる。

$$a_{i+1} = a_i + \Delta a_i \\ = a_{i+1} - [F'(a_{i+1})]^{-1} \cdot F(a_{i+1}) \dots (28)$$

以上のアルゴリズムを材料特性式パラメータ推定部27で実現している(第2図参照)。解析者が本システムを用いて、粘度式パラメータを推定する場合には、解析者のキーボード17からの入力に従って、制御部21によって、材料特性式パラメータ推定部27の実験データ登録部271が起動され、通信回線を介して、測定装置から得られる流動圧力損失 ΔP をディスク装置18に登録する。そして、実験データ登録部271は、流動圧力損失をディスク装置18に登録する際に、

(21)式を用いて、見掛平均粘度に変換し、同データもディスク装置18に登録する(500)。さらに、解析者がキーボード17から指令を入力すると、制御部21によって材料特性式パラメータ推定部27の特性式定義部272が起動される。特性式定義部272は、解析者にディスプレイ装置16を通して、粘度式(1)式を定義することを要求する。解析者が、ディスプレイ装置16のメッセージに従い、粘度式(1)式をキーボード17に入力すると、その粘度式をシステム内に取り込む(510)。次に、制御部21は相違度評価式定義部273を起動する。相違度評価式定義部273は、ディスプレイ装置16を通して、相違度評価式(22)式の入力を要求する。解析者が、ディスプレイ装置16のメッセージに従い、相違度評価式(22)式をキーボード17から入力すると、同相違度評価式をシステム内に取り込む(520)。すると、制御部21は相違度評価部274を起動する。相違度評価部274は、相違度評価式を用いて、相違度を次のように計算す

る。まず、ディスプレイ装置16に測定データとともに格納されている測定条件を取り出し、制御部21を介して、モデル合成部26に送り、測定条件と同じ条件で、流動解析できる流動解析モデルを生成させる。そして、プログラム実行部28で、流動解析モデルに従って、解析プログラムを実行させる。このとき、粘度式として用いるのは、特性式定義部272で入力した式を用いる。プログラム実行部28での実行により得られた各部、時間での見掛平均粘度を用いて、相違度評価式定義部273で定義した相違度評価式で、相違度を計算する(560)。相違度が許容以下であれば、相違度評価部274は、終了する。しかし、相違度が許容以上であると、制御部21に、パラメータ補正量計算部275の起動を求める(570)。制御部21は、パラメータ補正量計算部275を起動する。すると、パラメータ補正量計算部275は、(28)式で示す反復式によって、粘度式パラメータの補正量を求め、粘度式パラメータの補正を行う(580)。補正後、パラメータ補正

量計算部275は制御部21に、相違度評価部274の起動を求める。すると、制御部21は、相違度評価部274を起動する。そして、相違度評価部274は、上記処理を繰返し、相違度が許容以下にする。

以上により、粘度式パラメータが求められたことになる。

以上のように、本実施例によれば、半導体プラスチックパッケージ用の封止材の金型流路中での流動特性を粘度式パラメータとして、定量的評価することができ、封止材料の選定を容易に行うことができる。

〔発明の効果〕

本発明は、以上説明したように構成されているので以下に記載されるような効果を奏する。

(1) 半導体用のモールド金型のように、金型キャビティ内にチップ、リードフレーム、金線等の内部構造物があっても、それらに応じて、流動解析モデルを合成できるので、金型流路形状、流動制御条件、材料に合わせた解析、評価をすること

特開平2-310602 (15)

ができる。

(2) 本発明を用いて合成した流動解析モデルに対して、成形品質から生じる設計案の変更に基づく、金型流路形状、流動制御条件、材料の変更に対しても、流動解析ができるように、流動解析モデルを再合成することができるので、試行錯誤的な解析に合わせて、流動解析を行うことができる。

(3) 金型内で流動する熱硬化性樹脂の粘度予測式を実験データから自動決定できるので、半導体プラスチックパッケージ用のモールド金型の解析を精度良く行うことができる。

(4) 流動解析結果を多くの観点から比較評価できるように、同一画面上に表示できるので、解析結果の妥当性評価が容易に行える。

(5) 解析対象及び解析範囲を逐次拡張できるように、ノウハウや解析プログラムを追加登録できるので、解析対象の変化や解析内容の高度化に柔軟に対処できる。

(6) 既登録ノウハウ(既登録の形状特徴と解析

モデルとの関係)では、流動解析モデルを合成できない対象に対しても、一度対話処理することにより、流動解析モデルを合成することができる。

(7) 本発明による流動解析システムをワークステーション上で稼働させることにより、金型設計者が必要に応じて、金型諸元等を評価することができる。

(8) ワークステーション・ホスト計算機装置上に、本発明による流動解析システムを稼働させることにより、流路形状、材料物性値、流動制御条件の入力が容易になり、かつ、大規模計算が高速に行うことができる。また、ホスト計算機に接続されることが多い、データベース(関連技術情報)を利用することも可能になる。

(9) 流動解析だけでなく、流動解析から得られる情報に基づいた複合解析も行うことができ、解析対象に対して、総合的な評価を行うことができる。

(10) 本発明を半導体プラスチックパッケージ用

のモールド金型開発に適用することにより、金型の評価及び成形条件の評価を容易に行うことができるので、成形性の高く、プラスチック材料使用効率の高い金型を作ることができる。

(11) 本発明をプラスチック材料開発に適用することにより、金型内での流動中の粘度特性を評価できるので、成形性の観点からの成分構成をきめ材料を開発できる。

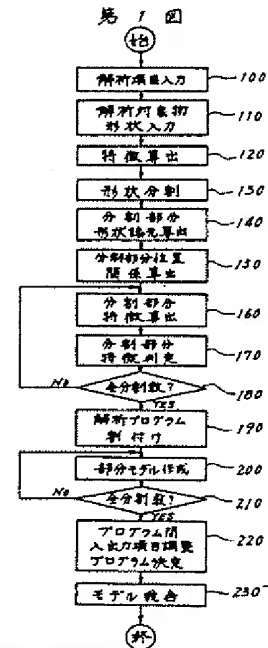
4. 図面の簡単な説明

第1図と第2図は、本発明に係る流動解析システムでの一例での処理手順概略フローを示す図、第3図及び第4図(a)～(d)は、その流動解析システムの一例でのハードウェア構成及びソフトウェア構成をそれぞれ示す図、第5図及び第6図は、熱硬化性樹脂の粘度特性を示すグラフ、第7図(a)～(f)は、第4図に示す要部登録部各々のテーブル内容を示す図、第8図、第9図、第10図は、半導体プラスチックパッケージに例を採った場合での解析モデル生成過程を説明するための図である。

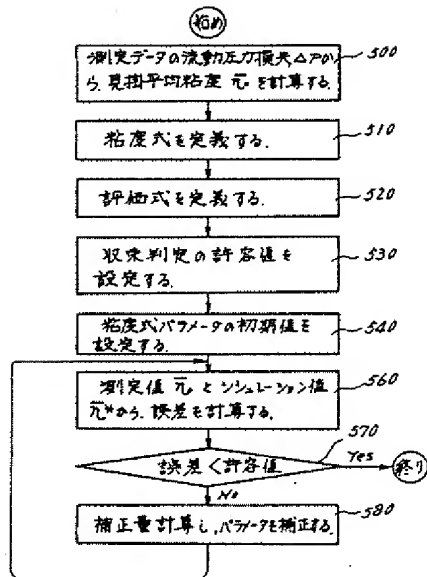
1…ワークステーション、2…ホスト計算機、11a,b…マルチバス、12a,b…バス制御装置、13a,b…中央処理装置、14a,b…ディスク制御装置、15a,b…主記憶装置、16…ディスプレイ装置、17…キーボード、18a,b…ディスク装置、19a,b…通信制御装置、20a,b…モデム、21…制御部、22…入力部、23…出力部、24…ノウハウ登録部、25…プログラム登録部、26…モデル合成部、27…材料特性式パラメータ推定部、28…プログラム実行部、240…モデル登録部、241…形状登録部、242…形状特徴登録部、243…形状分割ルール登録部、244…分割部分位置関係登録部、245…部分形状登録部、246…形状特徴判定ルール登録部、260…形状特徴算出部、261…解析プログラム割付部、262…モデル作成部、263…入出力項目調整部、264…形状分割部、265…部分形状特徴判定部、266…解析モデル結合部、267…モデル対話合成部、268…ログ保持部、269…ノウハウ生成部、270…ノウハウ編集部、271…実験データ登録部、272…特性式定義部、273…相違度評価式定義部、

274…相速度評価部、275…パラメータ補正計算部、41…金型キャビティ、42…チップ、43…ゲート。

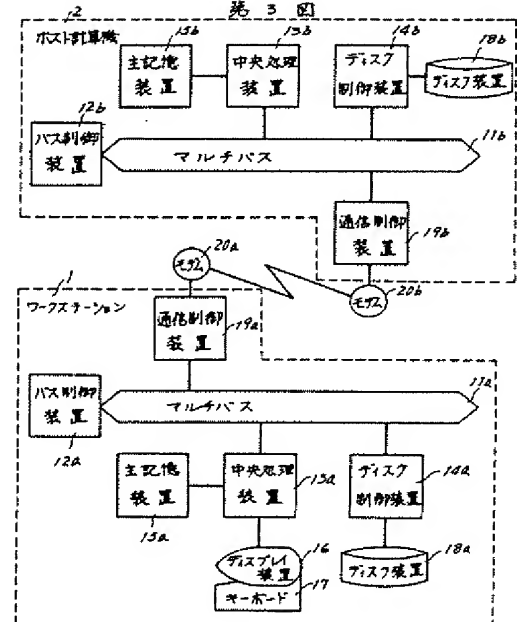
特開平2-310602 (16)



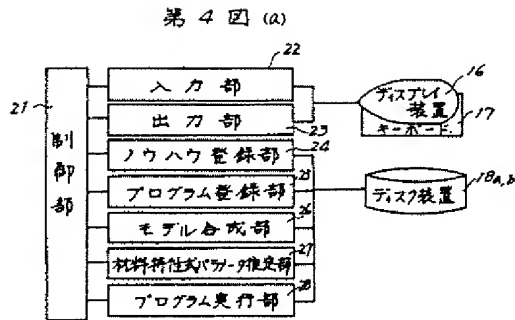
第2図



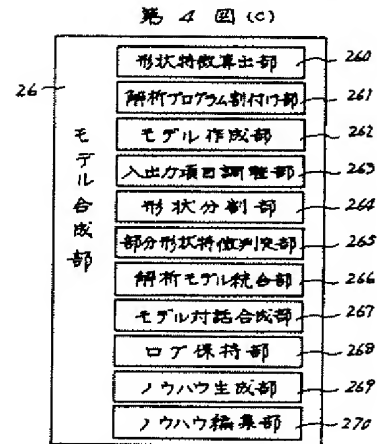
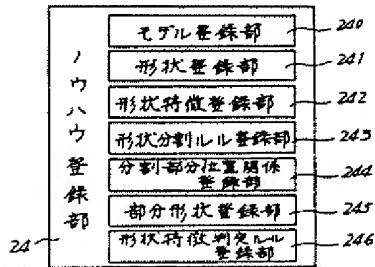
第3図



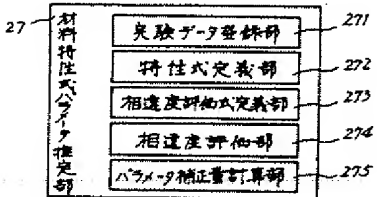
特開平2-310602 (17)



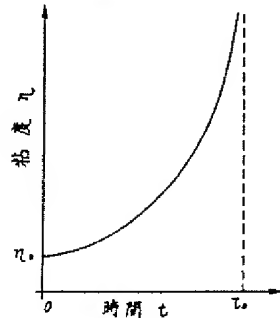
第4図(b)



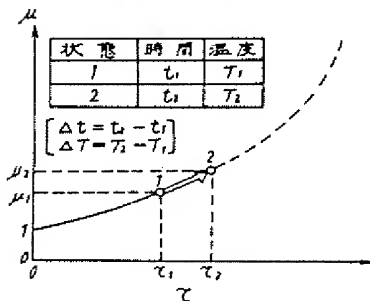
第4図(d)



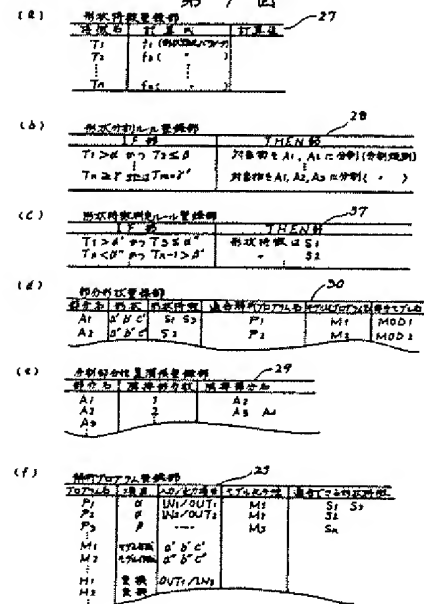
第5図



第6図





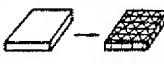
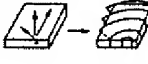


第7図

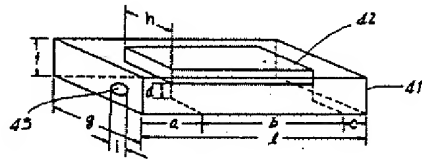


特開平2-310602 (18)

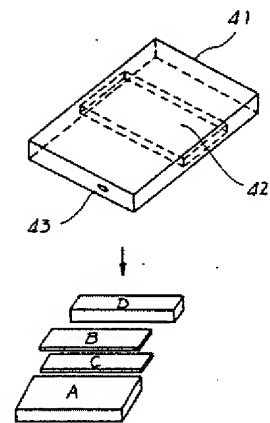
第8圖

P_1	P_2	P_3
円筒流 熱 S  円筒 熱	平板流 熱 S  平板	柱状流 熱 S  柱状
M_1	M_2	M_3
 $S = S'$ (差分法)	 (有限要素法)	 (差分法)

第9圖



第10圖



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第3区分

【発行日】平成9年(1997)5月2日

【公開番号】特開平2-310602

【公開日】平成2年(1990)12月26日

【年通号数】公開特許公報2-3107

【出願番号】特願平1-131316

【国際特許分類第6版】

G05B 13/04

B29C 45/76

【F I】

G05B 13/04 7531-3H

B29C 45/76 7365-4F

手続補正書(自発)

平成 8 年 5 月 24 日

特許庁長官殿
事件の表示

平成1年特許願第131316号

補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 (510)株式会社 日立製作所

代理人

居 所 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社日立製作所内 電話 東京3312-1111(大代表)

氏 名 (5850) 齊藤士 小 川 勝 男

補正により増加する請求項の数

3

補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄および明細書の発明の詳細な説明の欄。

補正の内容

(1) 特許請求の範囲を別紙の通りに補正する。

(2) 明細書の第12頁第13行目から第16頁第19行目に「上記目的を達成するために……したものである。」とあるのを「上記目的を達成するために、金型を構成する流路形状と、該金型へ充填される熱硬化性樹脂の材料物性値と、該金型に該熱硬化性樹脂を充填するときの流動制御条件を入力する入力手段と、該入力手段によって入力された流路形状からその形状特徴を抽出して、その抽出した形状特徴に応じて流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、合成された流動解析モデルを構成する個々の解析モデルに対応したプログラムに前記入力手段で入力した材料物性値、流動制御条件を渡し、該プログラムを順次実行するプログラム実行手段とを備えることで、該金型の流路形状での該熱硬化性樹脂の流動解析を行う。

もしくは、ポットとキャビティを含む熱硬化性樹脂の流路形状を、予め登録された複数の解析用モデルの組み合わせとして表現することと、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行っても良い。この場合、前記キャビティには、チップとリードフレームの一部とが配置されており、前記解析用モデルの組み合わせは、少なくとも該チップを包含するエリアを空間とすることで該流路形状を表現することが好ましい。

もしくは、予め登録された複数の解析プログラムを、ポットからキャビティへ供給される熱硬化性樹脂の流路形状に応じて整合することと、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行っても良い。

本解析システムは、さらに前記熱硬化性樹脂の実験データを登録する実験データ登録手段と、前記熱硬化性樹脂の材料特性を表わす特性式を定義する特性式定義手段と、前記実験データ登録手段で登録された実験データと前記特性式の値との相違度を数値評価するための評価式を定義する相違度評価式定義手段と、前記評価式を用いて実験データと特性式との値との相違度を計算する相違度評価手段と、特性式を構成し、かつ実験データから決定される材料固有のパラメータの補正量

を前記相速度評価手段で計算される相速度から計算するパラメータ補正量計算手段とを備えることで、前記熱硬化性樹脂の粘度特性を予測する。

本解析システムは、さらに前記流路形状の形状特徴と解析モデルとの関係を登録するノウハウ登録手段と、前記解析モデルに対応したプログラム群を登録するプログラム登録手段とを備えることが好ましい。

本解析システムは、さらに対称処理によって形状を分割し、その分割された部分形状に解析モデルを引き当てるモデル対称合成手段と、対称処理中の入力情報を保持するログ保持手段と、前記入力情報からモデル合成に有効なノウハウを生成するノウハウ生成手段と、予め登録されたノウハウと前記ノウハウ生成手段から生成されたノウハウとをマージし、かつノウハウ間の矛盾が起らないようにするノウハウ編集手段とを備えることが好ましい。

本解析システムを制御するには、接続された装置間の信号伝送路となるバス、該バスを制御する制御装置と、前記バスに接続された中央処理装置と、ディスク制御装置と、前記中央処理装置に接続された主記憶装置と、ディスプレイ装置と、キーボードと、前記ディスク装置に接続されたディスクから構成されるワークステーションと、前記主記憶装置上に流路形状からその形状特徴を抽出して、その抽出した形状特性に応じて流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、合成された流動解析モデルを構成する個々の解析モデルに対応したプログラムを予め登録された解析ライブラリから取り出し、取り出したプログラムを順次実行するプログラム実行手段とを記憶し、前記ディスク上に形状特徴と解析モデルとの適合関係と前記解析ライブラリとを格納し、前記中央処理装置が前記主記憶装置に記憶された前記モデル合成手段とプログラム実行手段とを制御することが好ましい。

もしくは、接続された装置間の信号伝送路となるバス、該バスを制御する制御装置と、前記バスに接続された中央処理装置と、ディスク

制御装置と、前記中央処理装置に接続された主記憶装置と、ディスプレイ装置と、キーボードと、前記ディスク装置に接続されたディスクと、前記バスに接続され、前記バスから送られてくるデータを他装置に送信し、他装置からのデータを受信する通信制御装置とから構成されるワークステーションと、前記ワークステーションとモデムを介してデータ通信を行うバスと、該バスを制御するバス制御装置と、前記バスに接続した中央処理装置と、ディスク制御装置と、通信制御装置と、前記中央処理装置に接続した主記憶装置と、前記ディスク装置に接続したディスクとから構成される計算機とを備えた解析システムであって、少なくとも前記ワークステーションもしくは前記計算機のいずれかの主記憶装置上に流路形状からその形状特徴を抽出して、その抽出した形状特性に応じて流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、合成された流動解析モデルを構成する個々の解析モデルに対応したプログラムを予め登録された解析ライブラリから取り出し、取り出したプログラムを順次実行するプログラム実行手段とを記憶し、少なくとも前記ワークステーションもしくは前記計算機のいずれかのディスク上に形状特徴と解析モデルとの適合関係と前記解析ライブラリとを格納しても良い。

本解析システムは、更に高度な解析をできるように、流動解析の結果から得られる出力データを用いて、他の解析をする解析モデルと該出力データとの関係を前記ノウハウ登録手段に登録し、前記解析モデルをプログラム化したものを前記プログラム登録手段に登録することにより複合した解析を行っても良い。

もしくは、チップとリードフレームの一部とが配置されたキャビティへ熱硬化性樹脂を供給するときの流動特性を解析するとともに、該流動特性と該リードフレームの強度特性とに基づいて、該熱硬化性樹脂による該リードフレームの応力特性を解析しても良い。

本解析システムを利用して半導体装置を製造するには、ポットとキャビティを含む熱硬化性樹脂の流路形状を、予め登録された複数の解析用モデルの組み合わせとして表現することで、該流路形状での熱

別 紙

特許請求の範囲

1. 金型を構成する流路形状と、該金型へ充填される熱硬化性樹脂の材料物性値と、該金型に該熱硬化性樹脂を充填するときの流動制御条件を入力する入力手段と、

該入力手段によって入力された流路形状からその形状特徴を抽出して、その抽出した形状特性に応じて流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、

合成された流動解析モデルを構成する個々の解析モデルに対応したプログラムに前記入力手段で入力した材料物性値、流動制御条件を渡し、該プログラムを順次実行するプログラム実行手段と、を備えることで、該金型の流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行うことを特徴とする解析システム。

2. 前記熱硬化性樹脂の実験データを登録する実験データ登録手段と、

前記熱硬化性樹脂の材料特性を表わす特性式を定義する特性式定義手段と、

前記実験データ登録手段で登録された実験データと前記特性式の値との相速度を数値評価するための評価式を定義する相速度評価式定義手段と、

前記評価式を用いて実験データと特性式との値との相速度を計算する相速度評価手段と、

特性式を構成し、かつ実験データから決定される材料固有のパラメータの補正量を前記相速度評価手段で計算される相速度から計算するパラメータ補正量計算手段と、

を備えることで、前記熱硬化性樹脂の粘度特性を予測することを特徴とする請求項1記載の解析システム。

3. 前記流路形状の形状特徴と解析モデルとの関係を登録するノウハウ登録手段と、

前記解析モデルに対応したプログラム群を登録するプログラム登

硬化性樹脂の流動解析を行い、その解析結果から前記流路形状、前記熱硬化性樹脂の特性、前記熱硬化性樹脂のキャビティへの供給条件を設定し、その設定条件に基づいて、熱硬化性樹脂によりモールドされた半導体装置を製造すれば良い。

もしくは、予め登録された複数の解析プログラムを、ポットからキャビティへ供給される熱硬化性樹脂の流路形状に応じて整合することで、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行い、その解析結果から前記流路形状、前記熱硬化性樹脂の特性、前記熱硬化性樹脂のキャビティへの供給条件を設定し、その設定条件に基づいて、熱硬化性樹脂によりモールドされた半導体装置を製造しても良い。

もしくは、チップとリードフレームの一部とが配置されたキャビティへ熱硬化性樹脂を供給するときの流動特性を解析するとともに、該流動特性と該リードフレームの強度特性とに基づいて、該熱硬化性樹脂による該リードフレームの応力特性を解析し、その解析結果から前記リードフレームにより構成される半導体装置のリード部分の電気・的的特性を確保するように、前記流路形状、前記熱硬化性樹脂の特性、前記熱硬化性樹脂のキャビティへの供給条件を設定し、その設定条件に基づいて、熱硬化性樹脂によりモールドされた半導体装置を製造しても良い。」と補正する。

(3) 明細書の第18頁第3行目から第19頁第13行目に「また、モデル再構成手段は、………ができる。」とあるのを削除する。

以上

係手段とを

備えることを特徴とする請求項1記載の解析システム。

4. 対話処理によって形状を分割し、その分割された部分形状に解析モデルを引き当てるモデル対話合成手段と、

対話処理中の入力情報を保持するログ保持手段と、

前記入力情報からモデル合成に有効なノウハウを生成するノウハウ生成手段と、

予め登録されたノウハウと前記ノウハウ生成手段から生成されたノウハウとをマージし、かつノウハウ間の矛盾が起こらないようにするノウハウ編集手段と、

を備えることを特徴とする請求項1記載の解析システム。

5. 接続された装置間の信号伝送路となるバス、該バスを制御する制御装置と、前記バスに接続された中央処理装置と、ディスク制御装置と、前記中央処理装置に接続された主記憶装置と、ディスプレイ装置と、キーボードと、前記ディスク装置に接続されたディスクから構成されるワークステーションであって、

前記主記憶装置上に流路形状からその形状特徴を抽出して、その抽出した形状特性に応じて流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、合成された流動解析モデルを構成する個々の解析モデルに対応したプログラムを予め登録された解析ライブラリから取り出し、取り出したプログラムを順次実行するプログラム実行手段とを記憶し、

前記ディスク上に形状特徴と解析モデルとの適合関係と前記解析ライブラリとを格納し、

前記中央処理装置が前記主記憶装置に記憶された前記モデル合成手段とプログラム実行手段とを制御することを特徴とする解析システム。

6. 接続された装置間の信号伝送路となるバス、該バスを制御する制御装置と、前記バスに接続された中央処理装置と、ディスク制御装置と、前記中央処理装置に接続された主記憶装置と、ディスプレイ装置

と、キーボードと、前記ディスク装置に接続されたディスクと、前記バスに接続され、前記バスから送られてくるデータを他装置に送信し、他装置からのデータを受信する通信制御装置とから構成されるワークステーションと、

前記ワークステーションとモデムを介してデータ通信を行うバスと、該バスを制御するバス制御装置と、前記バスに接続した中央処理装置と、ディスク制御装置と、通信制御装置と、前記中央処理装置に接続した主記憶装置と、前記ディスク装置に接続したディスクとから構成される計算機と、を備えた解析システムであって、

少なくとも前記ワークステーションもしくは前記計算機のいずれかの主記憶装置上に流路形状からその形状特徴を抽出して、その抽出した形状特性に応じて流路全体を解析できる流動解析モデルを合成するモデル合成手段と、合成された流動解析モデルを構成する個々の解析モデルに対応したプログラムを予め登録された解析ライブラリから取り出し、取り出したプログラムを順次実行するプログラム実行手段とを記憶し、

少なくとも前記ワークステーションもしくは前記計算機のいずれかのディスク上に形状特徴と解析モデルとの適合関係と前記解析ライブラリとを格納し、

たことを特徴とする解析システム。

7. 流動解析の結果から得られる出力データを用いて、他の解析をする解析モデルと該出力データとの関係を前記ノウハウ登録手段に登録し、

前記解析モデルをプログラム化したものを前記プログラム登録手段に登録することにより統合した解析を行うことを特徴とする請求項4記載の解析システム。

8. ポットとキャビティを含む熱硬化性樹脂の流路形状を、予め登録された複数の解析用モデルの組み合わせとして表現することで、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行うことを特徴とする解析

方法。

9. 前記キャビティには、チップとリードフレームの一部とが配置されており、

前記解析用モデルの組み合わせは、少なくとも該チップを包含するエリアを空間とすることで該流路形状を表現することを特徴とする請求項8記載の解析方法。

10. 予め登録された複数の解析プログラムを、ポットからキャビティへ供給される熱硬化性樹脂の流路形状に応じて整合することで、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行うことを特徴とする解析方法。

11. チップとリードフレームの一部とが配置されたキャビティへ熱硬化性樹脂を供給するときの流動特性を解析するとともに、

該流動特性と該リードフレームの強度特性とに基づいて、該熱硬化性樹脂による該リードフレームの応力特性を解析することを特徴とする解析方法。

12. ポットとキャビティを含む熱硬化性樹脂の流路形状を、予め登録された複数の解析用モデルの組み合わせとして表現することで、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行い、

その解析結果から前記流路形状、前記熱硬化性樹脂の特性、前記熱硬化性樹脂のキャビティへの供給条件を設定し、

その設定条件に基づいて、熱硬化性樹脂によりモールドされた半導体装置を製造することを特徴とする半導体装置の製造方法。

13. 予め登録された複数の解析プログラムを、ポットからキャビティへ供給される熱硬化性樹脂の流路形状に応じて整合することで、該流路形状での熱硬化性樹脂の流動解析を行い、

その解析結果から前記流路形状、前記熱硬化性樹脂の特性、前記熱硬化性樹脂のキャビティへの供給条件を設定し、

その設定条件に基づいて、熱硬化性樹脂によりモールドされた半導体装置を製造することを特徴とする半導体装置の製造方法。

14. チップとリードフレームの一部とが配置されたキャビティへ

熱硬化性樹脂を供給するときの流動特性を解析するとともに、

該流動特性と該リードフレームの強度特性とに基づいて、該熱硬化性樹脂による該リードフレームの応力特性を解析し、

その解析結果から前記リードフレームにより構成される半導体装置のリード部分の電気的特性を確保するように、前記流路形状、前記熱硬化性樹脂の特性、前記熱硬化性樹脂のキャビティへの供給条件を設定し、

その設定条件に基づいて、熱硬化性樹脂によりモールドされた半導体装置を製造することを特徴とする半導体装置の製造方法。